

## 明 細 書

## 複合遊星装置

## 技術分野

- [0001] 本発明は、遊星歯車機構と遊星ローラ機構を有し、これらを構成している歯車およびローラがそれぞれ共通の回転軸線の回りを一体回転するように構成された複合遊星装置に関するものである。さらに詳しくは、高い出力トルクが得られる遊星ローラ機構を有する複合遊星装置に関するものである。

## 背景技術

- [0002] 遊星歯車機構と遊星ローラ機構からなる複合遊星装置は、例えば、JP A 9-168910号およびJP A 2002-213566号に開示されている。これらの特許文献に開示されているように、遊星歯車減速機は大トルクを伝達できるが、バックラッシュがあり、かみあい騒音が発生するという問題がある。遊星ローラ減速機はバックラッシュがゼロで低騒音である。しかし、継続的にすべりが発生して位置決め機構などには適さず、また、大トルクを伝達できないという問題がある。複合遊星装置は、遊星歯車減速機および遊星ローラ減速機の欠点を相互に補い、双方の機構の利点を有効利用することができる。
- [0003] しかしながら、従来の複合遊星装置には次のような課題がある。上記のJP A 9-168910号などに開示されている複合遊星装置では、図4にその概念図を示してあるが、遊星歯車機構の各歯車のかみあいピッチ円半径と、遊星ローラ機構の各ローラの半径とが同一である。したがって、遊星歯車機構の減速比 $U_g$ と遊星ローラ機構の減速比 $U_r$ が同一であり、太陽ローラと遊星ローラ間のすべり率 $s_1$ および遊星ローラとリングローラ間のすべり率 $s_2$ が共に零である。この場合には、遊星ローラ機構のローラ駆動力(牽引力)が小さく、出力トルクが小さい。
- [0004] 出力トルクを高めるために遊星ローラ機構のローラ駆動力を大きくするには、JP A 2002-213566号に開示されているように、遊星ローラ機構のローラ間にすべりを発生させるようにすればよい。図5はこの場合の概念図であり、太陽歯車のかみあいピッチ円半径 $r_1$ に対して、太陽ローラの半径を $\Delta r_1$ だけ大きくし、これに伴って、遊星

歯車のかみあいピッチ円半径 $r_2$ に対して、遊星ローラの半径を $\Delta r_1$ だけ小さくすると共に、内歯車のかみあいピッチ円半径 $r_3$ に対してリングローラの内半径も $\Delta r_1$ だけ小さくする。この場合には、遊星ローラ機構の減速比 $U_r$ が遊星歯車機構の減速比 $U_g$ とは異なったものとなり、太陽ローラと遊星ローラ間、および遊星ローラとリングローラ間にはそれぞれすべりが発生する。

- [0005] この場合には、太陽ローラと遊星ローラ間のすべりの方向に対して、遊星ローラとリングローラ間のすべりの方向が逆になる。たとえば、太陽ローラと遊星ローラ間に正のすべり率 $s_1$ を与えると、遊星ローラとリングローラ間には負のすべり率 $s_2$ が発生してしまう。このため、ローラ間に発生するローラ駆動力が相互に相殺しあい、大きな出力トルクを得ることができない。

#### 発明の開示

- [0006] 本発明の目的は、かかる問題点に鑑みて、遊星ローラ機構の出力トルクを効率良く高めることのできる複合遊星装置を提案することにある。

- [0007] 上記の課題を解決するために、本発明の複合遊星装置は、  
太陽歯車、遊星歯車、および内歯車を備えた遊星歯車機構と、  
太陽ローラ、遊星ローラおよびリングローラを備えた遊星ローラ機構とを有し、  
前記太陽歯車および前記太陽ローラは共通の回転中心軸線の回りを一体回転し、  
前記遊星歯車および前記遊星ローラは共通の遊星軸の回りを一体回転し、  
前記内歯車および前記リングローラは前記回転中心軸線の回りを一体回転するように、または同心で固定できるように構成されており、

前記太陽ローラの半径が前記太陽歯車のかみあいピッチ円半径 $r_1$ より $\Delta r_1$ だけ大きく、

前記遊星ローラの半径が前記遊星歯車のかみあいピッチ円半径 $r_{21}$ より $\Delta r_1$ だけ小さく、

前記遊星歯車の前記太陽歯車とのかみあいピッチ円半径 $r_{21}$ が、当該遊星歯車の前記内歯車とのかみあいピッチ円半径 $r_{23}$ よりも大きいことを特徴としている。

- [0008] 本発明の複合遊星装置では、太陽ローラと遊星ローラ間にすべりが発生し、遊星ローラとリングローラ間にもすべりが発生する。また、これらの部分のすべりの方向およ

び量を同一にすることができる。すなわち、太陽ローラと遊星ローラ間のすべり率を $s_1$ 、遊星ローラとリングローラ間のすべり率を $s_2$ とすると、 $s_1 = s_2 > 0$ とすることができる。

[0009] かかるすべり率の関係を備えた遊星ローラ機構を実現するためには、前記遊星歯車機構の各歯車の歯数を、式(1)を満足した歯数の組み合わせとし、前記太陽ローラの半径を前記太陽歯車のかみあいピッチ円半径よりも、式(2)で与えられる半径増加量 $\Delta r_1$ だけ大きくし、前記遊星ローラの半径を、前記遊星歯車の内歯車とのかみあいピッチ円半径よりも、式(3)で与えられる量 $\Delta r_2$ だけ大きくすればよい。

$$[0010] \quad j = (Z_d - Z_a) / 2 - Z_b > 0 \quad (1)$$

但し、j:遊星歯車の歯数低減数

$Z_a$ :太陽歯車の歯数

$Z_b$ :遊星歯車の歯数

$Z_d$ :内歯車の歯数

$$\Delta r_1 = \frac{r_{21} - r_{23}}{\frac{r_{23}(1 + \frac{r_1}{r_{21}})}{\frac{r_{21}}{r_1} + 1} + 1} \quad (2)$$

$$\Delta r_2 = r_{21} - r_{23} - \Delta r_1 \quad (3)$$

但し、 $r_1$ :太陽歯車のかみあいピッチ円半径

$r_{21}$ :遊星歯車の太陽歯車とのかみあいピッチ円半径

$r_{23}$ :遊星歯車の内歯車とのかみあいピッチ円半径

$r_3$ :内歯車のかみあいピッチ円半径

[0011] 本発明の複合遊星装置では、その遊星ローラ機構における太陽ローラと遊星ローラ間のすべりの量および方向が、遊星ローラとリングローラ間のすべりの量および方向と同一である。従って、ローラ間に発生するローラ駆動力を出力トルクとして効率良く出力できる。よって、遊星ローラ機構の出力トルクを高めることができ、遊星歯車機構の低トルク域では当該遊星歯車機構よりも遊星ローラ機構が優勢に作用し、歯車対の駆動側歯面の衝突を少なくして、かみあい騒音を低減できる。また、遊星ローラ

機構の高い出力トルクは、遊星歯車機構の低トルク域におけるねじり剛性を高める効果も奏する。

#### 図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明を適用した複合遊星減速装置の概略縦断面図である。

[図2]本発明の構成を示す概念図である。

[図3]式(2)、(3)の算出方法を示すための説明図である。

[図4]従来の複合遊星装置の構成を示す概念図である。

[図5]従来の複合遊星装置の構成を示す概念図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0013] 以下に、図面を参照して、本発明を適用した複合遊星減速装置の一例を説明する。

[0014] 図1は本例の複合遊星減速装置を示す概略縦断面図である。複合遊星減速装置1は、装置軸線1aに同軸状態で一方の側に配列された入力軸2および他方の側に配列された出力軸3と、これらの間において、並列配置された遊星歯車機構10および遊星ローラ機構20とを有している。遊星歯車機構10の各歯車と、遊星ローラ機構20の対応する各ローラとが、それぞれ、同一の回転軸線の回りを一体回転するように構成されている。

[0015] 詳細に説明すると、入力軸2には太陽軸5が同軸状態に連結固定されており、この太陽軸5の入力軸側テーパ部に太陽ローラ21がナット4で位置決めするように形成され、出力軸側には太陽歯車11が形成されている。太陽軸5の出力側の端部分5aは、軸受6を介して、遊星キャリア7によって回転自在の状態で支持されている。遊星キャリア7の入力側の円環状端面7aには複数本の遊星軸8が固定されており、各遊星軸8は、装置軸線1aに平行に入力側に延びている。各遊星軸8には、遊星歯車12および遊星ローラ22が回転自在の状態で支持されている。各遊星歯車12は太陽歯車11にかみ合っており、各遊星ローラ22は太陽ローラ21に転がり接触している。

[0016] 遊星キャリア7、遊星歯車12および遊星ローラ22を取り囲む状態に、円筒状の装置ハウジング9が配置されている。遊星キャリア7は軸受9aを介して装置ハウジング9の内周面に回転自在の状態で支持されている。軸受9aよりも入力軸側の装置ハウジ

ング9の内周面部分には内歯車13が一体形成されており、内歯車13は各遊星歯車12にかみ合っている。内歯車13の入力側には、リングローラ23が同軸状態に配置され、各遊星ローラ22に転がり接触している。リングローラ23は、ローラ支持部材24を介して、装置ハウジング9に固定されている。出力軸3は、遊星キャリア7に一体形成されており、その出力側の円形端面7bの中心から装置軸線1aに同軸状態で突出している。

[0017] 本例の複合遊星減速装置1は、遊星ローラ機構20の出力トルクを高めるために、図2に示すように構成されている。図2を参照して説明すると、太陽ローラ21と遊星ローラ22間のすべり率を $s_1$ 、遊星ローラ22とリングローラ23間のすべり率を $s_2$ とすると、 $s_1 = s_2 > 0$ となるように設定されている。かかる関係を満たすように、遊星歯車減速機構10の各歯車11、12、13の歯数を、式(1)を満足した歯数の組み合わせとなるようにしてある。また、太陽ローラ21の半径を太陽歯車11のかみあいピッチ円半径 $r_1$ よりも、式(2)で与えられる半径増加量 $\Delta r_1$ だけ大きくしてある。さらに、遊星ローラ22の半径 $r_{22}$ を、遊星歯車12の内歯車13とのかみあいピッチ円半径 $r_{23}$ よりも、式(3)で与えられる量 $\Delta r_2$ だけ大きくしてある。

$$[0018] \quad j = (Z_d - Z_a) / 2 - Z_b > 0 \quad (1)$$

但し、j: 遊星歯車の歯数低減数

$Z_a$ : 太陽歯車の歯数

$Z_b$ : 遊星歯車の歯数

$Z_d$ : 内歯車の歯数

$$\Delta r_1 = \frac{r_{21} - r_{23}}{\frac{r_{23}(1 + \frac{r_1}{r_{21}})}{\frac{r_{21}}{r_1(1 - \frac{r_{23}}{r_3})} + 1}} \quad (2)$$

$$\Delta r_2 = r_{21} - r_{23} - \Delta r_1 \quad (3)$$

但し、 $r_1$ : 太陽歯車のかみあいピッチ円半径

$r_{21}$ : 遊星歯車の太陽歯車とのかみあいピッチ円半径

$r_{23}$  : 遊星歯車12の内歯車とのかみあいピッチ円半径

$r_3$  : 内歯車のかみあいピッチ円半径

[0019] 式(1)の条件 $0 < j$ を満たすように歯数を組み合わせることにより、図2の概念図において誇張して描いてあるように、遊星歯車12の太陽歯車11とのかみあいピッチ円半径 $r_{21}$ より、内歯車13とのかみあいピッチ円半径 $r_{23}$ が小さくなる。また、式(2)、式(3)は太陽ローラ21と遊星ローラ22の間のすべり率 $s_1$ と遊星ローラ22とリングローラ23の間のすべり率 $s_2$ が等しくなるという条件から導出してあるが、式(2)、(3)を満足するように、太陽ローラ21の半径を太陽歯車11のかみあいピッチ円半径 $r_1$ より $\Delta r_1$ だけ大きくし、遊星ローラ22の半径を遊星歯車12の太陽歯車11とのかみあいピッチ円半径 $r_{21}$ より $\Delta r_1$ だけ小さくし、この遊星ローラ22の半径に接するようにリングローラ23の内半径を決める。この結果、太陽ローラ21と遊星ローラ22間のすべり率 $s_1$ と、遊星ローラ22と内歯車13間のすべり率 $s_2$ を等しくできる。すべり率 $s_1$ 、 $s_2$ が等しいので、各ローラ対に発生する牽引力 $F$ が同一方向に作用し、合計牽引力が $2F$ となり、大きな出力トルクが得られる。

[0020] 本例の複合遊星減速装置1では、遊星歯車減速機構10の各歯車対には低コスト化のためにバックラッシュを許容しても、併設の遊星ローラ減速機構20のローラ間にはバックラッシュがないので、ゼロバックラッシュを実現できる。

[0021] また、遊星ローラ減速機構20から大きなトルク出力が得られるので、遊星減速機構の低トルク域では、遊星歯車減速機構10よりも遊星ローラ減速機構20が優勢に作用し、歯車対の駆動側歯面の衝突を少なくして、かみあい騒音を低減することができる。また、遊星ローラ減速機構20から大きな出力トルクが得られるので、遊星歯車減速機構10の低トルク域におけるねじり剛性を高めることができる。

[0022] さらに、高トルク域では、遊星歯車減速機構10が優勢になるので、高トルクを伝達することができる。

### 実施例

[0023] 上記構成の複合遊星減速装置1の実施例を説明する。遊星歯車減速機構で使用される歯数組み合わせの一般的な例として、太陽歯車の歯数 $Z_a = 24$ 、遊星歯車の歯数 $Z_b = 36$ 、内歯車の歯数 $Z_d = 96$ がある。この場合の減速比は $U_g = 1/5$ である。

この歯数組み合わせは、各歯車の転位係数をゼロにできるので標準歯車を使用でき、設計の手間が省けるので、よく使用される。しかし、この歯数組み合わせは上記の式(1)で規定する $j$ の値がゼロとなり、ローラ間のすべり率 $s_1$ 、 $s_2$ がともにゼロであり、大きな牽引力が得られない(図3の概念図参照)。

[0024] 本例では、遊星歯車12の歯数を1枚減らして $Z_b = 35$ とし、 $j = 1$ としてある。この場合、遊星歯車減速機構10の減速比は上記と同様に $U = 1/5$ である。また、遊星歯車減速機構10の各歯車をインボリュート平歯車とし、それらの歯車諸元を表1に示す。この表から分かるように、 $r_{21} > r_{23}$ となっている。

[0025] [表1]

	太陽歯車	遊星歯車	内歯車
工具	$m = 1.0$ , 圧力角 $= 20^\circ$ , 並歯		
歯数	24	35	96
転位係数	0.3529	0.3400	0
中心距離(mm)	—	30.1436	—
かみあいピッチ円半径(mm)	12.2618	$r_{21} = 17.8818$ $r_{22} = 17.2955$	47.4391

[0026] 次に、表に示す歯車諸元から算出される太陽ローラ21の半径増加量 $\Delta r_1$ を式(2)から求めると、 $\Delta r_1 = 0.1236\text{mm}$ となる。また、式(3)から、 $\Delta r_2 = 0.4626\text{mm}$ が得られる。したがって、太陽ローラ21の半径は12.3854mm、遊星ローラ22の半径は17.7581mm、リングローラ23の内半径は47.9017mmとなる。この結果、遊星ローラ減速機構20の減速比 $U = 1/4.868$ になる。

[0027] 以上により、太陽ローラ21と遊星ローラ22間のすべり率 $s_1 = 1.7\%$ 、遊星ローラ22とリングローラ23間のすべり率 $s_2 = 1.7\%$ となり、 $s_1 = s_2$ を満足し、図3の概念図に示すように、大きな牽引力を出力可能な遊星ローラ減速機構20を実現できる。

[0028] (式(2)、(3)の算出方法)

図3を参照して、式(2)、(3)の算出方法を説明する。

(1)ローラ半径を歯車のかみあいピッチ円半径より $\Delta r$ 増減するときのローラ間のすべり率を求める(キャリア固定)。

[0029] (a) すべり率  $s_1$  (太陽ローラと遊星ローラ間)

$$\begin{aligned}
 s_1 &= \frac{v_1' - v_2'}{v_1' + v_2'} \\
 &= \frac{2(r_1'\omega_1 - r_2'\omega_2)}{r_1'\omega_1 + r_2'\omega_2} \\
 &= \frac{2[(r_1 + \Delta r_1)\omega_1 - (r_{21} - \Delta r_1)\omega_2]}{(r_1 + \Delta r_1)\omega_1 + (r_{21} - \Delta r_1)\omega_2} \\
 &= \frac{2\left[(r_1 + \Delta r_1)\omega_1 - (r_{21} - \Delta r_1)\frac{r_1}{r_{21}}\omega_1\right]}{(r_1 + \Delta r_1)\omega_1 + (r_{21} - \Delta r_1)\frac{r_1}{r_{21}}\omega_1} \\
 &= \frac{2\left[(r_1 + \Delta r_1) - (r_{21} - \Delta r_1)\frac{r_1}{r_{21}}\right]}{(r_1 + \Delta r_1) + (r_{21} - \Delta r_1)\frac{r_1}{r_{21}}} \\
 &= \frac{2\left[(r_1 + \Delta r_1) - \left(r_1 - \Delta r_1\frac{r_1}{r_{21}}\right)\right]}{(r_1 + \Delta r_1) + \left(r_1 - \Delta r_1\frac{r_1}{r_{21}}\right)} \\
 &= \frac{2\Delta r_1\left(1 + \frac{r_1}{r_{21}}\right)}{2r_1 + \Delta r_1\left(1 - \frac{r_1}{r_{21}}\right)}, \quad \left[2r_1 \gg \Delta r_1\left(1 - \frac{r_1}{r_{21}}\right)\right] \\
 &\simeq \frac{\Delta r_1\left(1 + \frac{r_1}{r_{21}}\right)}{r_1}
 \end{aligned} \tag{A}$$



[0030] (b) すべり率  $s_2$  (遊星ローラと内歯車ローラ間)

$$\begin{aligned}
 s_2 &= \frac{v_2' - v_3'}{\frac{v_2' + v_3'}{2}} \\
 &= \frac{2(r_2'\omega_2 - r_3'\omega_3)}{r_2'\omega_2 + r_3'\omega_3} \\
 &= \frac{2[(r_{23} + \Delta r_2)\omega_2 - (r_3 + \Delta r_2)\omega_3]}{(r_{23} + \Delta r_2)\omega_2 + (r_3 + \Delta r_2)\omega_3} \\
 &= \frac{2\left[(r_{23} + \Delta r_2)\omega_2 - (r_3 + \Delta r_2)\frac{r_{23}}{r_3}\omega_2\right]}{(r_{23} + \Delta r_2)\omega_2 + (r_3 + \Delta r_2)\frac{r_{23}}{r_3}\omega_2} \\
 &= \frac{2\left[(r_{23} + \Delta r_2) - (r_3 + \Delta r_2)\frac{r_{23}}{r_3}\right]}{(r_{23} + \Delta r_2) + (r_3 + \Delta r_2)\frac{r_{23}}{r_3}} \\
 &= \frac{2\left[(r_{23} + \Delta r_2) - \left(r_{23} + \Delta r_2\frac{r_{23}}{r_3}\right)\right]}{(r_{23} + \Delta r_2) + \left(r_{23} + \Delta r_2\frac{r_{23}}{r_3}\right)} \\
 &= \frac{2\Delta r_2\left(1 - \frac{r_{23}}{r_3}\right)}{2r_{23} + \Delta r_2\left(1 + \frac{r_{23}}{r_3}\right)}, \quad \left[2r_{23} \gg \Delta r_2\left(1 + \frac{r_{23}}{r_3}\right)\right] \\
 &\simeq \frac{\Delta r_2\left(1 - \frac{r_{23}}{r_3}\right)}{r_{23}} \quad (B)
 \end{aligned}$$

[0031] (2)  $s_1 = s_2$  となる  $\Delta r_1, \Delta r_2$

式 (A) と式 (B) を等置して

$$\frac{\Delta r_1 \left(1 + \frac{r_1}{r_{21}}\right)}{r_1} = \frac{\Delta r_2 \left(1 - \frac{r_{23}}{r_3}\right)}{r_{23}}$$

$$\frac{\Delta r_1}{\Delta r_2} = \frac{r_1 \left(1 - \frac{r_{23}}{r_3}\right)}{r_{23} \left(1 + \frac{r_1}{r_{21}}\right)} \quad (C)$$

また、図から明らかなように

$$\Delta r_1 + \Delta r_2 = r_{21} - r_{23} \quad (D)$$

式 (D) 中の  $\Delta r_2$  を式 (C) に代入して

$$\frac{\Delta r_1}{r_{21} - r_{23} - \Delta r_1} = \frac{r_1 \left(1 - \frac{r_{23}}{r_3}\right)}{r_{23} \left(1 + \frac{r_1}{r_{21}}\right)}$$

$$\frac{r_{21} - r_{23} - \Delta r_1}{\Delta r_1} = \frac{r_{23} \left(1 + \frac{r_1}{r_{21}}\right)}{r_1 \left(1 - \frac{r_{23}}{r_3}\right)}$$

$$r_{21} - r_{23} - \Delta r_1 = \frac{r_{23} \left(1 + \frac{r_1}{r_{21}}\right)}{r_1 \left(1 - \frac{r_{23}}{r_3}\right)} \Delta r_1$$

$$r_{21} - r_{23} = \frac{r_{23} \left(1 + \frac{r_1}{r_{21}}\right)}{r_1 \left(1 - \frac{r_{23}}{r_3}\right)} \Delta r_1 + \Delta r_1$$

$$= \left[ \frac{r_{23} \left(1 + \frac{r_1}{r_{21}}\right)}{r_1 \left(1 - \frac{r_{23}}{r_3}\right)} + 1 \right] \Delta r_1$$

したがって、

$$\Delta r_1 = \frac{r_{21} - r_{23}}{\frac{r_{23} \left(1 + \frac{r_1}{r_{21}}\right)}{r_1 \left(1 - \frac{r_{23}}{r_3}\right)} + 1} \quad (2)$$

また、式 (D) から

$$\Delta r_2 = r_{21} - r_{23} - \Delta r_1 \quad (3)$$

[0032]

## 記号

- $a$  : 中心距離  
 $r_1$  : 太陽歯車のかみあいピッチ円半径  
 $r_{21}$  : 遊星歯車の太陽歯車とのかみあいピッチ円半径  
 $r_{23}$  : 遊星歯車の内歯車とのかみあいピッチ円半径  
 $r_3$  : 内歯車のかみあいピッチ円半径  
 $r_1'$  : 太陽ローラの外半径 ( $r_1' = r_1 + \Delta r_1$ )  
 $r_2'$  : 遊星ローラの外半径 ( $r_2' = r_{21} - \Delta r_1$  or  $r_2' = r_{23} + \Delta r_2$ )  
 $r_3'$  : 内歯車ローラの内半径 ( $r_3' = r_3 + \Delta r_2$ )  
 $s_1$  : 太陽ローラと遊星ローラ間のすべり率  
 $s_2$  : 遊星ローラと内歯車ローラ間のすべり率  
 $v_1'$  : 太陽ローラの外半径における周速度  
 $v_2'$  : 遊星ローラの外半径における周速度  
 $v_3'$  : 内歯車ローラの内半径における周速度  
 $\omega_1$  : 太陽歯車の回転角速度  
 $\omega_2$  : 遊星歯車の回転角速度  
 $\omega_3$  : 内歯車の回転角速度  
 $\Delta r_1$  : 太陽ローラの半径増加量  
 $\Delta r_2$  : 遊星ローラの半径増加量

## 請求の範囲

- [1] 太陽歯車、遊星歯車、および内歯車を備えた遊星歯車機構と、  
 太陽ローラ、遊星ローラおよびリングローラを備えた遊星ローラ機構とを有し、  
 前記太陽歯車および前記太陽ローラは共通の回転中心軸線の回りを一体回転し、  
 前記遊星歯車および前記遊星ローラは共通の遊星軸の回りを一体回転し、  
 前記内歯車および前記リングローラは前記回転中心軸線の回りを一体回転するように、または同心で固定できるように構成されており、  
 前記太陽ローラの半径が前記太陽歯車のかみあいピッチ円半径 $r_1$ より $\Delta r_1$ だけ大きく、  
 前記遊星ローラの半径が前記遊星歯車のかみあいピッチ円半径 $r_{21}$ より $\Delta r_1$ だけ小さく、  
 前記遊星歯車の前記太陽歯車とのかみあいピッチ円半径 $r_{21}$ が、当該遊星歯車の前記内歯車とのかみあいピッチ円半径 $r_{23}$ よりも大きい複合遊星装置。
- [2] 請求項1において、  
 前記遊星歯車機構の各歯車の歯数は式(1)を満足し、  
 前記太陽ローラの半径は前記太陽歯車のかみあいピッチ円半径よりも、式(2)で与えられる半径増加量 $\Delta r_1$ だけ大きく、  
 前記遊星ローラの半径は、前記遊星歯車の内歯車とのかみあいピッチ円半径よりも、式(3)で与えられる量 $\Delta r_2$ だけ大きい複合遊星装置。

$$j = (Z_d - Z_a) / 2 - Z_b > 0 \quad (1)$$

但し、j: 遊星歯車の歯数低減数

$Z_a$ : 太陽歯車の歯数

$Z_b$ : 遊星歯車の歯数

$Z_d$ : 内歯車の歯数

$$\Delta r_1 = \frac{r_{21} - r_{23}}{\frac{r_{23}(1 + \frac{r_1}{r_{21}})}{\frac{r_1(1 - \frac{r_{23}}{r_3})}{r_{21}}} + 1} \quad (2)$$

但し、 $r_1$  : 太陽歯車のかみあいピッチ円半径

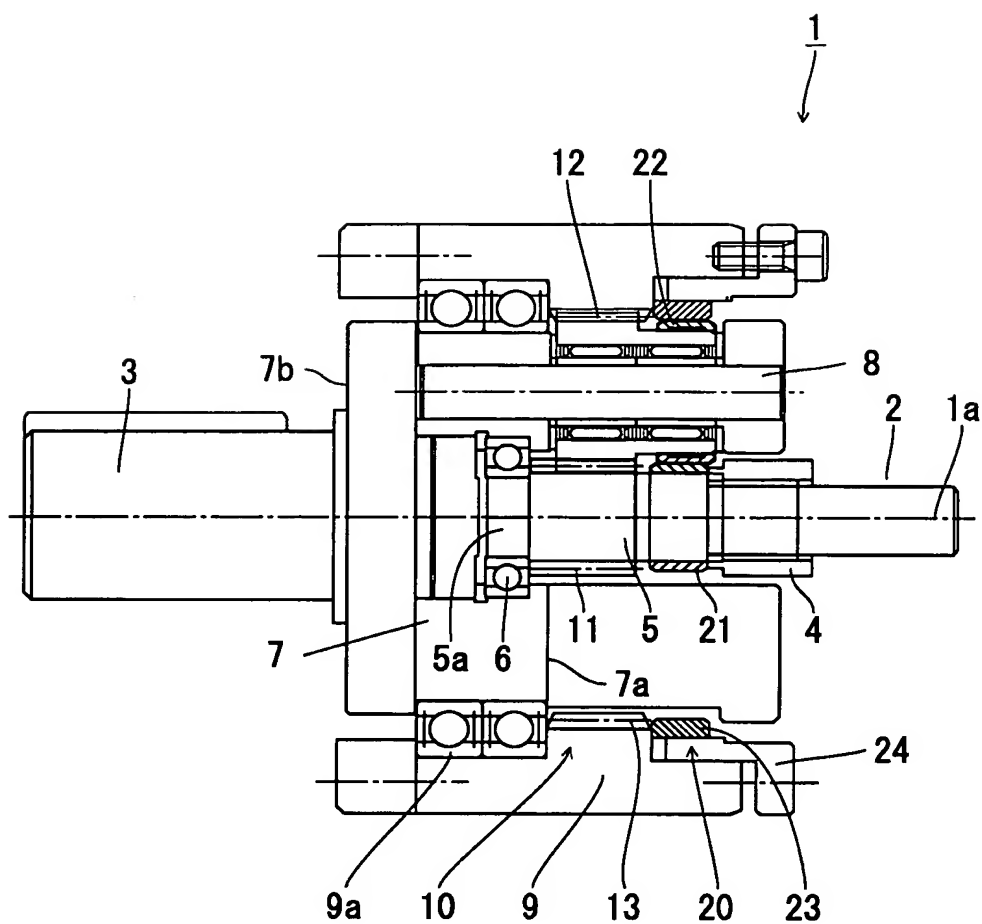
$r_{21}$  : 遊星歯車の太陽歯車とのかみあいピッチ円半径

$r_{23}$  : 遊星歯車の内歯車とのかみあいピッチ円半径

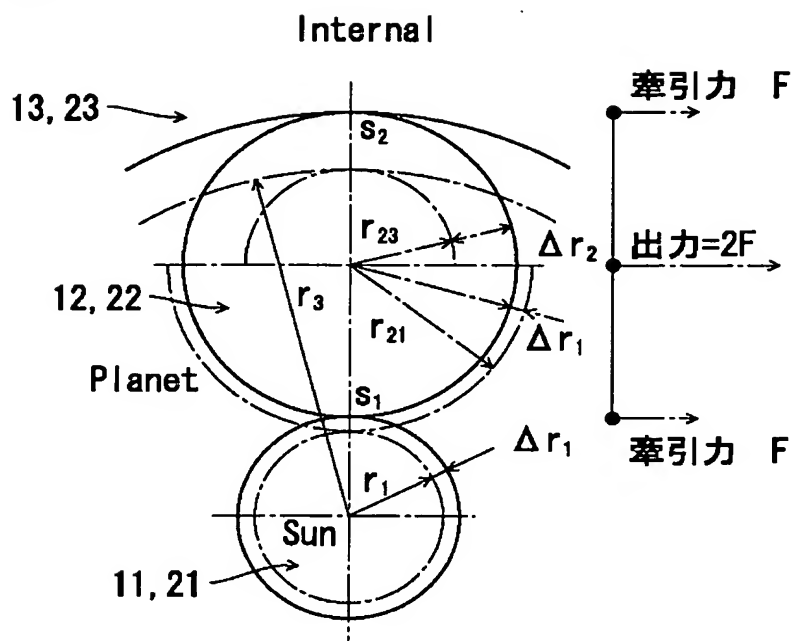
$r_3$  : 内歯車のかみあいピッチ円半径

$$\Delta r_2 = r_{21} - r_{23} - \Delta r_1 \quad (3)$$

[図1]



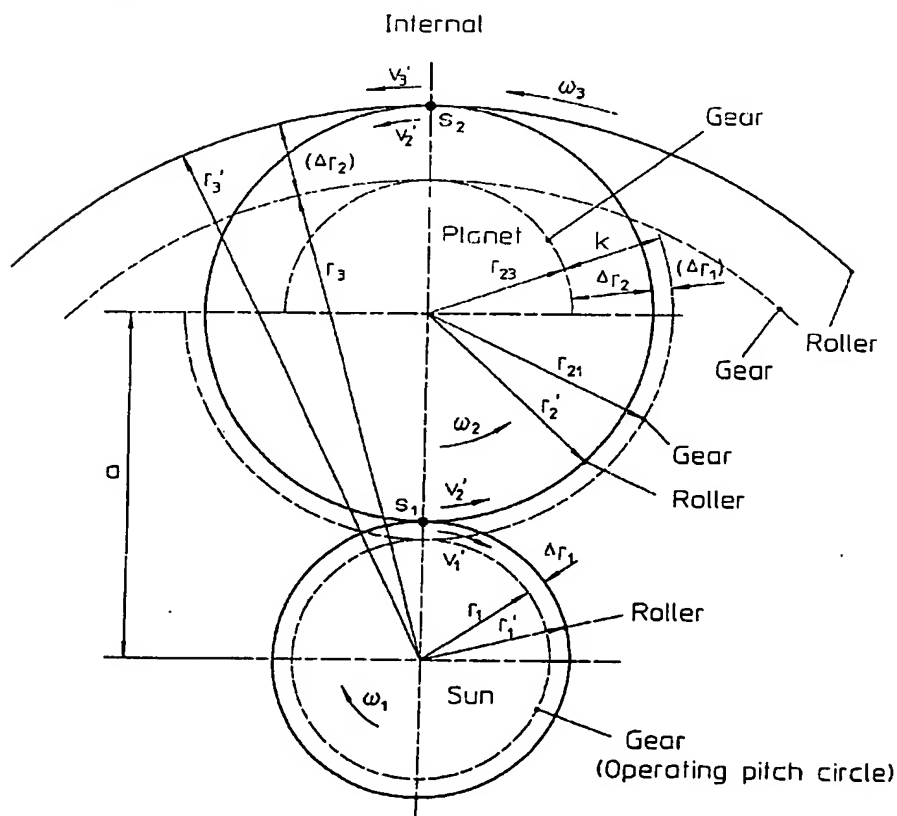
[図2]



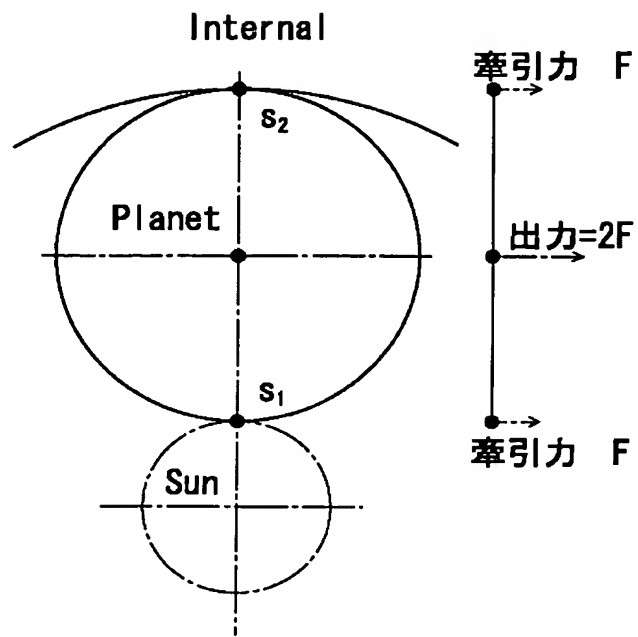
$$0 < s_1 = s_2$$

$$U_g \neq U_r$$

[図3]



[図4]



歯車ピッチ円径＝ローラ径

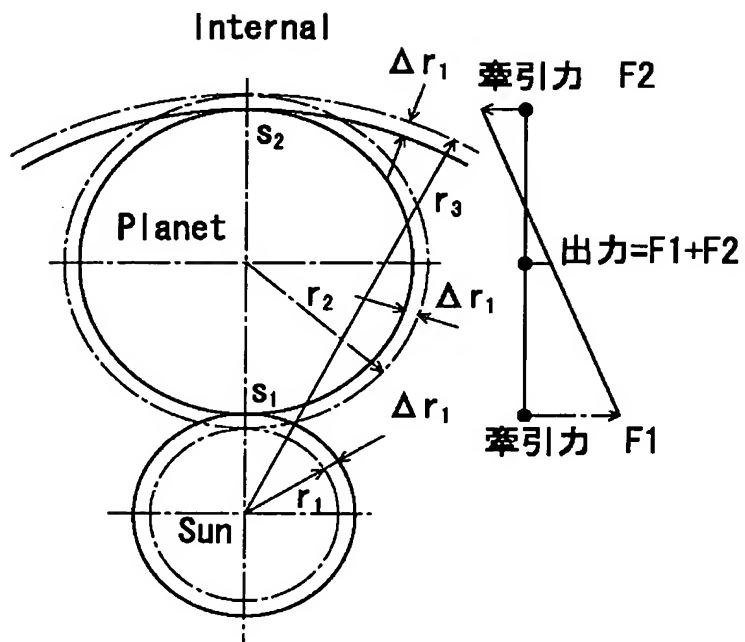
$$U_g = U_r$$

$$s_1 = s_2 = 0$$

(従来例)



[図5]



$s_1$ を正にすると  
 $s_2$ は必ず負になる

$$U_g \neq U_r$$

記号     $\text{---}$     : 歯車のピッチ径

記号     $\text{——}$     : ローラ外径

(従来例)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/018570

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F16H37/02, 13/08, 1/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F16H37/02, 13/08, 1/28-1/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-213566 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 31 July, 2002 (31.07.02), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1, 2
A	JP 2000-205358 A (Toyota Motor Corp.), 25 July, 2000 (25.07.00), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1, 2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

### \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
12 January, 2005 (12.01.05)

Date of mailing of the international search report  
25 January, 2005 (25.01.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/018570

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 105709/1986 (Laid-open No. 11963/1988) (Toyota Motor Corp.), 26 January, 1988 (26.01.88), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1, 2

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> F16H 37/02, 13/08, 1/28

B. 調査を行った分野  
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> F16H 37/02, 13/08, 1/28-1/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2005年  
日本国登録実用新案公報 1994-2005年  
日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2002-213566 A (住友重機械工業株式会社) 2002. 07. 31, 全文, 図1-8 (ファミリーなし)	1, 2
A	J P 2000-205358 A (トヨタ自動車株式会社) 2000. 07. 25, 全文, 図1-5 (ファミリーなし)	1, 2
A	日本国実用新案登録出願61-105709号 (日本国実用新案登録出願公開63-11963号) の願書に添付した明細書及び図面 の内容を撮影したマイクロフィルム (トヨタ自動車株式会社) 1988. 01. 26, 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	1, 2

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12. 01. 2005

国際調査報告の発送日

25. 1. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

平瀬 知明

3 J

3120

電話番号 03-3581-1101 内線 3328